

Perencanaan teknis kegiatan backfilling tambang batubara di CV Cinta Puri Pratama

Technical planning for coal mining backfilling at CV Cinta Puri Pratama

Candra Andy Saputra¹, Agus Triantoro^{2*}, Annisa³

¹⁻⁴Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

JL. A. Yani KM 35,5 Banjarbaru 70714. Telp 0812-5475-6338

e-mail: ¹H1C113018@mhs.ulm.ac.id, ^{2*}agus@ulm.ac.id, ³annisa@ulm.ac.id

ABSTRAK

CV Cinta Puri Pratama mulai memasuki tahap *mine closure* yang ditandai dengan habisnya bahan galian yang ekonomis untuk ditambang sehingga menyisakan adanya lubang bukaan. Untuk melakukan penimbunan daerah tambang yang telah selesai di tambang, digunakan metode backfilling dengan memperhatikan volume material tanah timbunan dan lubang bukaan yang ingin ditutup. Setelah melakukan kegiatan penambangan diharapkan bekas lubang tersebut sesuai dengan kondisi semula meskipun tidak sempurna namun dikembalikan mendekati kondisi awal sebelum dilakukan penambangan. Metode backfilling yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode full backfilling yang mana material yang tersedia langsung digunakan untuk menutup lubang bukaan. Dalam penelitian ini, perhitungan volume dibantu dengan menggunakan bantuan software minescape 5.7. Setelah melakukan analisis data, maka didapatkan volume lubang bukaan sebesar 588.882,95 m³ dengan volume material waste yang telah disediakan sebesar 5.497.229,16 m³. Perencanaan kegiatan tersebut menggunakan 2 fleet penambangan dengan masing-masing 1 unit Excavator Komatsu PC300LC-7, serta 5 unit alat angkut dump truck Scania P30 dan Faw J5-336. Proses kegiatan ini direncanakan selesai hingga akhir Maret 2019 dengan total biaya Rp 2.675.761.250,- perbulan.

Kata-kata kunci: biaya, lubang bukaan, *mine closure*, timbunan, waste

ABSTRACT

CV Cinta Puri Pratama began to enter the *mine closure* stage which was marked by the exhaustion of excavated materials that were economical to mine, leaving void. To fill the completed mining area in the mine, a backfilling method is used by paying attention to the volume of landfill material and the void that want to be closed. After carrying out mining activities, it is expected that the former pit is in accordance with its original condition, although not perfect, but returned close to its initial condition before mining. The backfilling method used in this study is the full backfilling method where the available material is directly used to close the void. In this study, volume calculations were assisted using the help of minescape 5.7 software. After analyzing the data, the volume of the void was 588,882.95 m³ with the volume of material waste provided of 5,497,229.16 m³. The activity planning uses 2 mining fleets with 1 unit of Komatsu PC300LC-7 excavator each, and 5 units of Scania P30 and Faw J5-336 dump trucks. The process of this activity is planned to be completed until the end of March 2019 with a total cost of IDR 2,675,761,250 per month.

Keywords: backfill, cost, *mine closure*, void, waste

PENDAHULUAN

Penambangan terbuka merupakan suatu kegiatan yang dilakukan di atas permukaan dan pekerjaannya langsung berhubungan dengan udara luar. Sehingga kegiatan ini selalu bergantung oleh iklim sekitar daerah yang sedang melakukan penambangan. [1] [2] Batubara merupakan salah satu komoditas bahan tambang yang jumlahnya melimpah di Indonesia khususnya di daerah Kalimantan. [3] [4] Seiring dengan berkurangnya energi minyak dan gas bumi, batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif yang amat penting saat ini.

[5] Dalam pertambangan ada beberapa tahap yang harus dilalui terlebih dahulu sebelum memperoleh hasil ekonomis dari kegiatan penambangan yaitu berupa prospeksi, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan hingga reklamasi dan pasca tambang. Sebelum memulai tahapan penambangan diperlukan adanya perencanaan. [6] [7] Perencanaan adalah suatu proses menentukan sesuatu yang ingin dicapai pada masa

yang akan datang serta menetapkan tahapan-tahapan yang dibutuhkan untuk mencapainya.

CV Cinta Puri Pratama mulai memasuki tahap *mineclosure* yang di tandai dengan habisnya bahan galian yang ekonomis untuk ditambang sehingga menimbulkan adanya lubang bukaan. [8] [9] [10] Untuk melakukan penimbunan daerah tambang yang telah selesai di tambang, digunakan metode *backfilling* dengan memperhatikan volume material tanah timbunan dan lubang bukaan yang ingin ditutup. Setelah melakukan kegiatan penambangan diharapkan bekas tersebut sesuai dengan kondisi semula meskipun tidak sempurna namun dikembalikan mendekati kondisi awal sebelum dilakukan penambangan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung volume void, menghitung overburden tersedia yang akan di jadikan material backfilling, merencanakan kegiatan backfilling, merencanakan kebutuhan alat gali muat dan alat angkut agar tercapai target perencanaan backfilling tercapai, menghitung biaya operasi untuk kegiatan backfilling, dan menghitung kebutuhan tanah pucuk.

METODOLOGI

Teknik Pengumpulan Data

Instrumen dan metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada metode aktual lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan rancangan yang tepat dengan kondisi yang ada dilapangan. Teknik pengumpulan data diperoleh dengan prosedur penelitian yang mencakup sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan mempelajari, mengumpulkan dan membaca berbagai sumber daftar pustaka untuk memperkuat landasan teori. Tahap studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan sumber informasi yang berkaitan dengan kegiatan penelitian yang berasal dari referensi yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi, yaitu peta geologi regional dan swell factor.

Adapun sumber informasi yang juga didapatkan diperusahaan yaitu :

- a. Peta topografi, dari departemen operation CV Cinta Puri Pratama.
- b. Data curah hujan dan intensitas curah hujan, dari departemen operation CV Cinta Puri Pratama.
- c. Alat-alat mekanis yang tersedia, dari departemen operation CV Cinta Puri Pratama.

2. Pengamatan lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data lokasi yang akan dijadikan daerah penelitian. Selama pengamatan lapangan, dilakukan diskusi yang meliputi pengolahan data lapangan dan analisis hasil pengolahan data. Data yang didapat dari pengamatan lapangan adalah kondisi aktual daerah penelitian seperti batas-batas lokasi dan kesampaian daerah lokasi penelitian.

3. Wawancara dengan instruktur lapangan serta orang-orang yang berkompeten dalam pembahasan penelitian.

Pengamatan ini dilakukan di CV Cinta Puri Pratama dengan mengambil data primer meliputi data *cycle time* alat gali, data *cycle time* alat angkut, kondisi daerah penelitian, komponen jam kerja, dan jenis material, sedangkan data sekunder meliputi peta situasi wilayah, data curah hujan, biaya rental alat, biaya bahan bakar, biaya topografi. Peta lokasi IUP penelitian dapat dilihat pada gambar-1.



Gambar-1. Lokasi Penelitian

Proses Analisis Data

Bagian ini menjelaskan berbagai teknik analisa yang dipilih beserta alasannya. Tahap analisis data ini dibagi dalam dua bagian, yaitu :

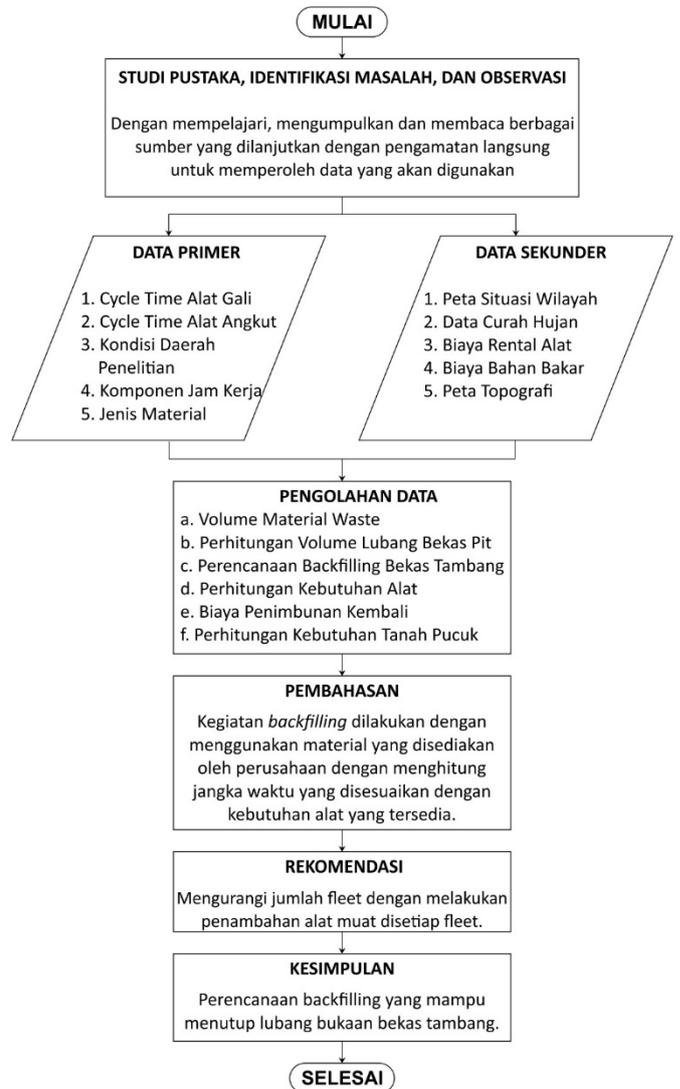
1. Analisis data

- a. Perhitungan volume material waste yang tersedia.
- b. Perhitungan volume lubang bekas pit Nangka CV Cinta Puri Pratama.
- c. Perhitungan jumlah alat kegiatan backfilling Pit Nangka CV Cinta Puri Pratama.
- d. Perhitungan kebutuhan tanah pucuk (top soil)

2. Analisis design yang dihasilkan

- a. Analisis ketersediaan dan kebutuhan volume yang ada untuk dapat melakukan backfilling ke bekas tambang.
- b. Analisis design rancangan akhir.

Adapun proses analisis data yang dilakukan adalah menggunakan metode komputasi dan analisis dengan disertai data yang sudah dikumpulkan. Metode komputasi yang dilakukan adalah melakukan suatu permodelan dan perancangan desain dengan bantuan software komputer minescape 5.7.



Gambar-2. Diagram Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

Luasan lubang bekas galian pada pit Nangka Utara sekitar 105.743,38 m² dengan titik terdalam 20 m dari titik awal ketinggian 24 mdpl. Material yang digunakan untuk proses *backfilling* diambil dari Pit Nangka Selatan yang berjarak 600 m dari lubang bukaan Pit Nangka Utara yang tersusun berupa material *sandstone* dan *claystone*. Alat gali muat atau yang sering disebut dengan *excavator* yang tersedia ada satu jenis yaitu Komatsu PC-300 LC-7 yang masing-masing berjumlah 4-unit dengan kondisi *mechanical availability* 85% baik. Alat angkut yang tersedia yaitu alat angkut jenis Scania P360 dan FAW dengan menggunakan vassel Pru dan Patria dengan jumlah 13-unit yang terdiri atas 9 unit Scania P360 dan 4 unit Faw J5-336.

Perhitungan volume material *overburden* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *minescape 5.7* menghasilkan 5.497.229,16 BCM yang berasal dari pit Nangka Selatan. Perhitungan volume void dari Pit Nangka Utara menggunakan *software minescape 5.7* menghasilkan angka sebesar 588.882,95 m³ dengan elevasi terendah 4 mdpl dan elevasi tertinggi 24 mdpl serta dengan luas area void 105.743,38 m². Lubang bukaan yang memiliki volume sebesar 588.882,95 m³ diisi dengan material yang telah tersedia sehingga memiliki sisa 4.908.346,93 m³. Material sisa dari hasil kegiatan *backfilling* kemudian dijadikan disposal pada area tersebut. Sehingga membentuk sebuah disposal dengan perhitungan volume menggunakan *software minescape 5.7* menghasilkan angka sebesar 1.596.698,49 BCM.

Sehingga selisih sisa hasil menutup void tersebut kemudian di gunakan langsung sebagai disposal. Disposal tersebut menghasilkan tinggi jenjang 5 meter serta lebar 5 meter dengan kemiringan 30° serta volume material yang

tertampung pada disposal tersebut sekitar 1.596.698,49 m³ dengan luas area 110.630,69 m². Dari hasil selisih antara disposal dengan material yang tersedia masih tersisa 3.311.687,76 m³. Adapun keserasian alat yang digunakan terdiri atas 1 excavator dengan 5 alat dump truck.

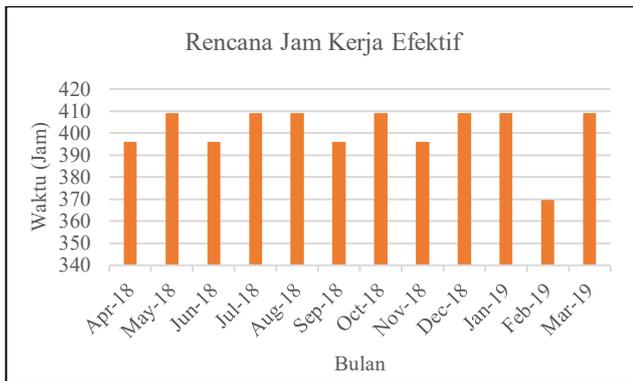
Tabel-1. Simulasi Keserasian Alat

No.	Jumlah Alat Angkut	Nilai Keserasian Alat
1	3 Unit	0,6
2	4 Unit	0,8
3	5 Unit	1

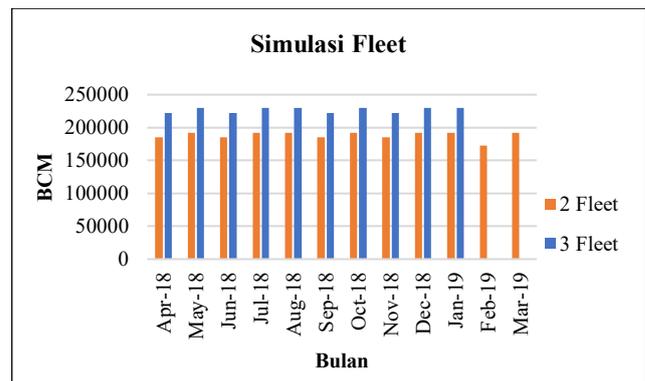
Simulasi perhitungan jumlah jam kerja efektif yang dilakukan untuk menyesuaikan dengan jumlah alat yang telah disediakan oleh perusahaan, situasi keadaan diperusahaan serta durasi hujan yang ada di area pit tersebut. Perhitungan durasi hujan dilakukan dengan menggunakan rata-rata durasi hujanyang bertujuan untuk memperkirakan lama durasi hujan selama melakukan kegiatan penimbunan void hingga menjadi area disposal.

Dengan data simulasi keserasian alat serta data rencana jam kerja, *didapatkan* hasil scheduling penimbunan dengan melakukan simulasi fleet. Dari simulasi fleet (Gambar-3 dan 4) didapatkan hasil 2 fleet yang terdiri atas 1 alat gali dengan 5 alat muat dengan durasi waktu yang diperlukan sekitar 12 bulan. Adapun desain yang dilakukan selama 12 bulan terlampir.

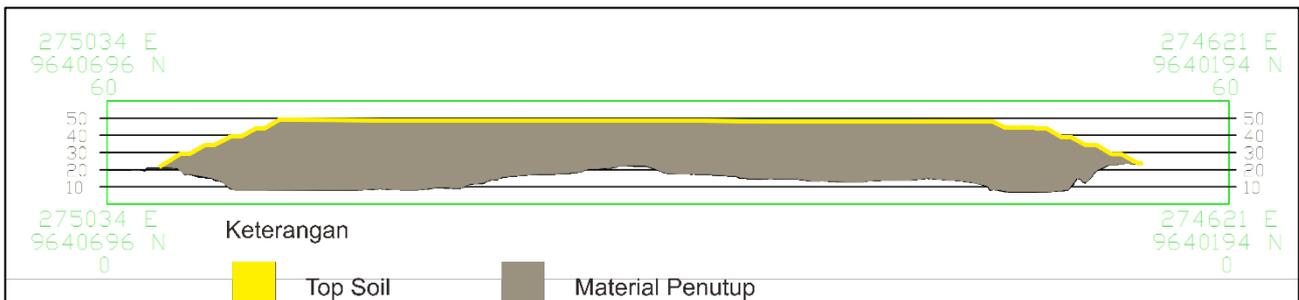
Kegiatan penimbunan yang dilakukan menggunakan tanah pucuk dari proses pembukaan pit baru yang berjarak sekitar 700 m. Adapun tanah yang akan digunakan untuk menutup area seluas 109.795,88 m² dibutuhkan tanah pucuk sebanyak 54.897,94 m³ dengan ketebalan 50 cm.



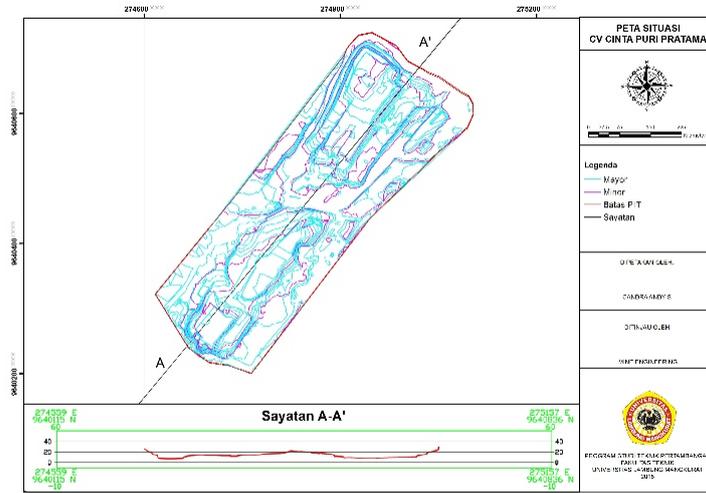
Gambar-3. Rencana Jam Kerja Efektif



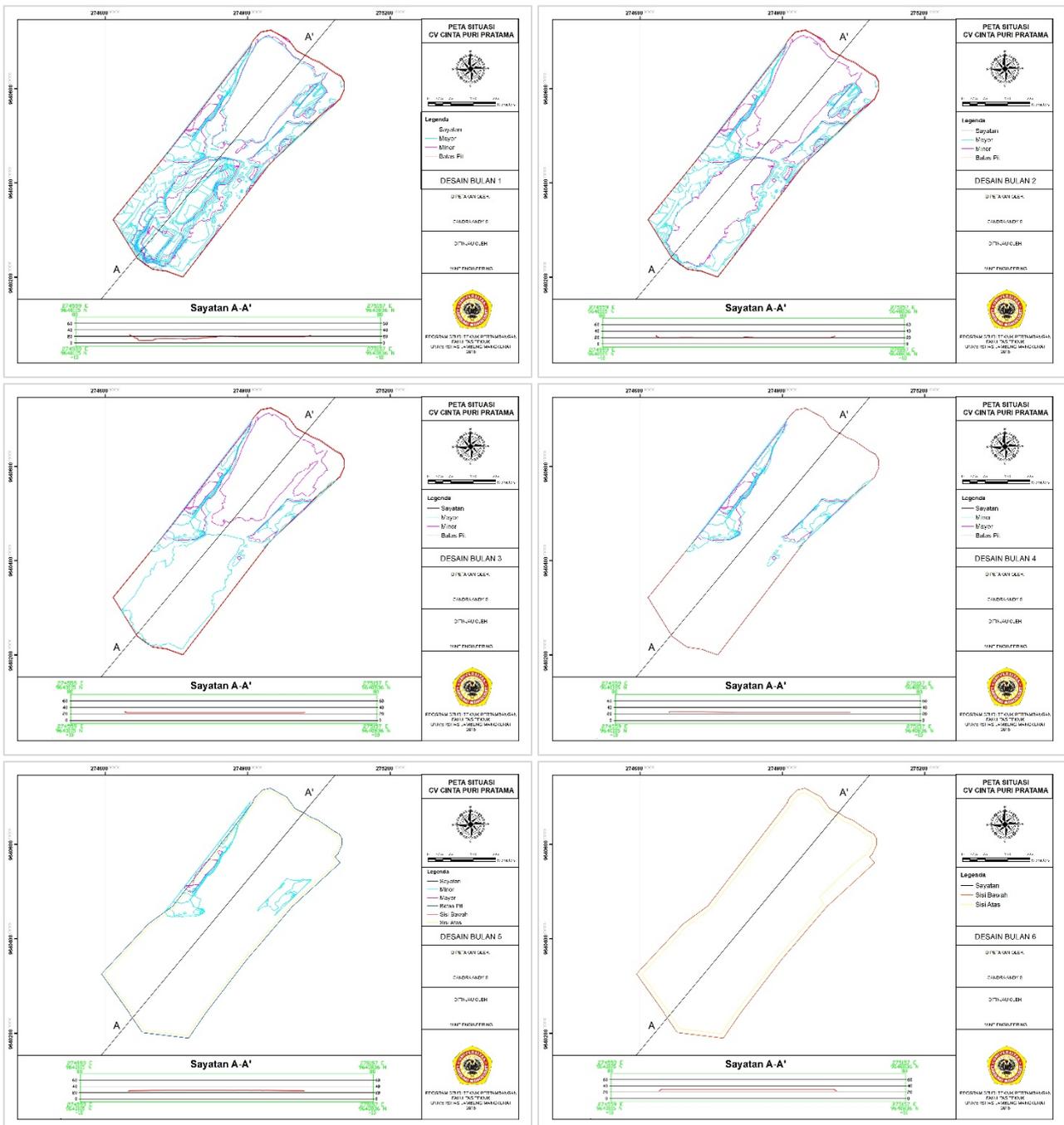
Gambar-4. Simulasi Penentuan Fleet



Gambar-5. Penampang vertikal Tampak Samping



Gambar-6. Topografi situasi awal



Gambar-7. Desain Backfilling Bulan ke-1 s/d 6



Gambar-8. Desain Backfilling Bulan ke-7 s/d 12

Kemudian perhitungan biaya operasi pada CV Cinta Puri Pratama hanya sebatas pada perhitungan biaya rental alat dan konsumsi bahan bakar alat sehingga perhitungan biaya di laporan ini hanya sebatas itu tidak mencantumkan komponen biaya produksi lainnya seperti konsumsi pelumas alat, biaya pembelian *spare part* alat dan gaji operator. Pada perhitungan biaya konsumsi bahan bakar pada PC300 yang berjumlah 2 unit dengan konsumsi bahan bakar 35 liter/jam menghabiskan biaya sebesar Rp. 257.575.500,-. Pada perhitungan biaya konsumsi bahan bakar pada dump truck (DT) yang berjumlah 10 unit dengan konsumsi bahan bakar 30 liter/jam menghabiskan biaya

sebesar Rp. 1.103.895.000,-. Pada perhitungan biaya konsumsi bahan bakar pada dozer yang berjumlah 1 unit dengan konsumsi bahan bakar 30 liter/jam menghabiskan biaya sebesar Rp. 110.389.500,-. Adapun rinciannya bisa dilihat pada tabel-2. Pada perhitungan biaya rental alat PC300 dengan jumlah 2 unit menghabiskan biaya sebesar Rp. 340.000.000,-. Pada perhitungan biaya rental alat dump truck (DT) dengan jumlah 10 unit menghabiskan biaya sebesar Rp. 550.000.000,-. Pada perhitungan biaya rental alat dozer dengan jumlah 1 unit menghabiskan biaya sebesar Rp. 313.901.250,-.

Tabel-2. Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar

No	Unit	Jumlah	Konsumsi	Full Tank	Waktu Kerja	Jumlah	Harga	Total
1	PC 300	2 Unit	35 Liter/Jam	600	13 Jam/Hari	910 Liter/Hari	Rp. 9.435,- /Liter	Rp 257.575.500
2	DT	10 Unit	30 Liter/Jam	300	13 Jam/Hari	3900 Liter/Hari	Rp. 9.435,- /Liter	Rp 1.103.895.000
3	DOZER	1 Unit	30 Liter/Jam	400	13 Jam/Hari	390 Liter/Hari	Rp. 9.435,- /Liter	Rp 110.389.500
Jumlah Biaya Per Bulan								Rp 1.471.860.000

Tabel-3. Perhitungan Biaya Rental Alat

No.	Unit	Jumlah	Harga Sewa	Total
1	PC 300	2 Unit	Rp. 170.000.000,- /Bulan	Rp 340.000.000
2	DT	10 Unit	Rp. 55.000.000,- /Bulan	Rp 550.000.000
3	DOZER	1 Unit	Rp. 804.875,- /Jam	Rp 313.901.250
Jumlah Biaya Per Bulan				Rp 1.203.901.250

Diskusi

Sehubungan dengan kegiatan mineclosure pada pit Nangka Utara, CV Cinta Puri Pratama pada tahun 2018 melakukan kegiatan backfilling tujuannya yaitu ingin mengurangi luasan void yang dibentuk selama proses penambangan yang dilakukan oleh CV Cinta Puri Pratama, salah satunya adalah void Pit Nangka Utara dengan luas lubang bukaan sekitar 105.743,38 m2 dan kedalamannya 28 m, penelitian ini memfokuskan hanya untuk mengurangi luasan void Pit Nangka Utara.

Material yang digunakan untuk kegiatan backfilling diambil dari pit nangka utara dengan jarak sekitar 600 meter dari tempat penimbunan tersebut. Dengan asumsi bahwasannya proses penimbunan itu mengikuti apa bila bergeser kearah jauh atau dekat pengambilan materialnya tetep 600 meter. Material tersebut terdiri dari clay terlebih dahulu sebagai penimbunan awal dan kemudian dilanjutkan dengan top soil dengan ketinggiannya sekitar 50 cm guna proses penanaman kembali.

Kegiatan penimbunan ini dilakukan secara langsung, untuk air yang meluap akan dialirkan melalui paritan yang telah dibuat menuju sungai kecil yang nantinya akan dilakukan penimbunan secara berkala sehingga tidak menimbulkan limpasan air yang besar. Monitoring air akan dilakukan setiap minggu sehingga PH air akan terjaga di CV Cinta Puri Pratama.

Pada kegiatan backfilling yang dilakukan di void pit nangka Utara CV Cinta Puri Pratama bekerjasama dengan PT Berkat Indo Jaya sebagai kontraktor di lapangan dengan menggunakan excavator PC-300 LC-7 yang berjumlah 4 unit dengan kondisi 80% baik serta dengan dump truck dengan tipe Scania P360 yang berjumlah 9 unit dan Faw J5-336 yang berjumlah 4 unit dengan menggunakan vassel Pru serta Patria. Untuk mekanisme penimbunan pada perusahaan sesuai dengan perhitungan keserasian alat dengan 1 unit alat angkut dan 3 alat gali muat mendekati 1 yaitu 0,6 sehingga akan dilakukan simulasi sehingga mendapatkan nilai keserasian alat 1 dengan ketentuan 1 fleet penambangan yang terdiri dari alat angkut sebanyak 4 unit dengan alat gali sebanyak 1 unit. Sehingga dari alat yang ada terdapat cadangan 1 unit alat angkut dan alat muat.

Perencanaan backfilling dilakukan dengan menggunakan material yang telah disediakan oleh perusahaan sekitar 5.497.229,88 BCM setara dengan 6.871.573,35 LCM. Pada void Pit Nangka Utara yang

memiliki volume void awalnya 588.882,95 m3 dengan kedalaman awal adalah 24 mdpl dan kedalam void adalah 4 mdpl. Kemudian dari data tersebut material penutup tersebut sudah mencukupi untuk menutup void dan masih memiliki sisa sekitar 4.908.346,93 m3 sehingga material sisa akan digunakan membentuk disposal yang memiliki desain dengan volume disposal 1.596.698,49 m3 dan membentuk jenjang dengan slope sebesar 300 dengan tinggi jenjang 5 meter serta lebar 5 meter dan dengan ketinggian backfilling berada di 49 mdpl. setelah dilakukan penimbunan dan pembuatan disposal maka masih menyisakan material sekitar 3.311.648,44 m3 yang kemudian dijadikan sebagai material penimbunan di pit lain dalam IUP perusahaan CV Cinta Puri.

Penjadwalan target produksi perbulan dimulai dari awal bulan April 2018 hingga akhir Maret 2019 dengan rata – rata produktivitas OB sekitar 182.933 m3 setiap bulannya hingga memenuhi target produksi sebanyak 2.185.581,44 m3 dengan material yang tersedia masih tersisa 1.515.781,75 m3. Kemudian proses terakhir adalah penimbunan tanah pucuk atau top soil, daerah timbunan pada void Pit Nangka Utara memiliki luasan area 109.795,88 m2 sehingga tanah pucuk yang diperlukan sebanyak 54.897,94 m3 dengan ketebalan sekitar 50 cm sesuai dengan SOP perusahaan.

Adapun perbandingan biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan 2 fleet perusahaan untuk Fuel adalah Rp. 1.471.860.000,- per bulan serta biaya rental alat sekitar Rp.1.203.901.250,- per bulan. Sehingga jumlah total biaya operasional untuk kegiatan backfilling selama 12 bulan adalah sekitar Rp 32.109.135.000,-. Sedangkan biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan 3 fleet perusahaan untuk Fuel adalah Rp. 1.821.426.750,- per bulan serta biaya rental alat sekitar Rp.1.483.901.250,- per bulan. Sehingga jumlah total biaya operasional untuk kegiatan backfilling selama 12 bulan adalah sekitar Rp 33.053.280.000,-.

KESIMPULAN

Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Perhitungan volume void dari Pit Nangka Utara menggunakan *software* minescape 5.7 menghasilkan angka sebesar 588.882,95 m³ dan volume disposal menghasilkan angka sebesar 1.596.659,17 m³.

2. Volume material *waste* yang disediakan perusahaan sebesar 5.497.229,16 BCM atau setara dengan 6.871.537,35 LCM.
3. Hasil *backfilling* dirancang 5 jenjang dengan kemiringan lereng yang ditentukan yaitu untuk single slopenya sebesar 30⁰ dengan keadaan sudah di *treatment* artinya dibuat dengan menyesuaikan desain.
4. Pada perencanaan *backfiling* dilakukan dengan 2 *fleet* penambangan dengan 2 Unit excavator Komatsu PC300LC-7, 9 unit *dump truck* Scania P360 Patria dan 5 unit *dump truck* Faw J5-336. Kombinasi alat gali muat dan alat angkut yang direncanakan setelah menghitung keserasian alat dengan nilai 1 yaitu untuk setiap *fleet* unit excavator dengan 5 unit alat angkut *dump truck* dengan 4 unit DT sebagai cadangan.
5. Perhitungan biaya sewa alat dengan menggunakan 2 *fleet* penambangan menghabiskan biaya fuel perbulannya adalah sekitar Rp. 1.471.860.000,- dengan biaya sewa perbulannya sekitar Rp.1.203.901.250,- sehingga jumlah total seluruh biaya yang akan dibayarkan oleh perusahaan perbulan adalah sekitar Rp.2.675.761.250,-
6. Untuk *design backfilling* pada *void* pit Nangka Utara tersebut direncanakan dari bulan April 2018 hingga awal bulan Maret 2019 dengan menggunakan 2 *fleet*. Proses terakhir adalah penimbunan tanah pucuk atau *top soil*, daerah timbunan pada *void* Nangka Utara memerlukan *top soil* sebanyak 54.897,94m³ dengan ketebalan sekitar 50 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. S. Putri and I. Rahman, "Mining sector in the economic structure of South Kalimantan Province: direct and indirect impacts," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021.
- [2] K. S. Putri, Y. S. Novianti and D. P. Simanungkalit, "Sektor Pertambangan Dalam Rantai Pasokan Domestik Provinsi Kalimantan Selatan: Dampak Pengganda," *Jurnal GEOSAPTA*, vol. 7, no. 2, pp. 133-139, 2021.
- [3] A. Triantoro, A. Mustofa and M. O. Gultom, "Karakteristik Biobriket Campuran Bottom Ash Batubara dengan Arang Tempurung Kelapa dan Arang Kayu," *Jurnal GEOSAPTA*, vol. 8, no. 2, pp. 127-131, 2022.
- [4] A. Triantoro, A. Mustofa and A. W. Saputri, "Studi Pemanfaatan Campuran Bottom Ash Batubara Dengan Serbuk Kayu Dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Biobriket Ditinjau Dari Parameter Kualitas," *Jurnal GEOSAPTA*, vol. 7, no. 1, pp. 65-70, 2022.
- [5] G. Jumabayeva, B. Allanazarov and A. Joldasbayeva, "STAGES OF OPEN PIT MINING. MINING METHODS AND THEIR PROCESSES," *Science and innovation*, vol. 2, no. A1, pp. 236-240, 2023.
- [6] Sulistyana, *Buku Perencanaan tambang*, Ke8 ed., Yogyakarta, 2018.
- [7] P. Nancel-Penard and N. Morales, "Optimizing pushback design considering minimum mining width for open pit strategic planning," *Engineering Optimization*, vol. 54, no. 9, pp. 1494-1508, 2022.
- [8] A. R. Pendra, H. Iskandar and R. H. Eko, "Desain Backfilling Berdasarkan Rencana Pascatambang Pada Tambang Batubara PT. Karbindo Abesyapradhi Coal Site Tiang Satu Sungai Tambang Sumatera Barat," *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [9] Z. Qiang, Z. Jixiong, H. Yanli and J. Feng, "Backfilling technology and strata behaviors in fully mechanized coal mining working face," *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 22, no. 2, pp. 151-157, 2012.
- [10] A. A. Puhlovich and M. Coghill, "Management of mine wastes using pit void backfilling methods – current issues and approaches," in *Mine Pit Lakes: Closure and Management*, Australia, 2011.
- [11] T. Nurcahyani, "Kajian Pemanfaatan Lubang Bekas Tambang (Void)," Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, 2011, hal 15 – 16.
- [12] N. Nurhakim, *Buku Panduan Kuliah Lapangan II*, Banjarbaru: Prodi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, 2004, Hal. 19 – 24.
- [13] P. Prodjosumarto, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung. Hal. 2.
- [14] I. Soemardikatmodjo, *Alat Berat Pemindahan Tanah Mekanis*, Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2003, Hal. 26 – 56.
- [15] S. J. Suprpto, *Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang dan Aspek Konservasi Bahan Galian*, vol. 3., Bandung: Kelompok Program Penelitian Konservasi Pusat Sumber Daya Geologi, 2008, Hal. 1 – 11.
- [16] A. T. Tenrianjeng, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma, 2003, Hal. 1 – 70.

